

Рукотворный огонь: история и современность

В.А. Красицкий

Огонь – одно из самых больших чудес природы, с которым человек познакомился на заре своего развития. Нам точно неизвестно, как именно произошло это знакомство. Древняя легенда гласит, что огонь принес людям Прометей, похитив его с Олимпа. Однако, скорее всего, наши далекие предки столкнулись с огнем во время пожаров, вызванных ударами молний или потоками раскаленной лавы при извержениях вулканов. Недавние исследования американских и южноафриканских археологов убедительно доказали, что человекообразные приматы, обитавшие в Южной Африке, использовали огонь уже 1.5 – 2 миллиона лет назад. Они не умели добывать огонь сами, но могли переносить, поддерживать и охранять этот дар природы.

До недавнего времени не было известно, когда люди научились добывать огонь самостоятельно, не дожидаясь его появления в результате удара молнии или других природных явлений. Результаты археологических раскопок, проведенных в 2008 г в Израиле, показали, что это произошло почти 790 тысяч лет назад. Согласно отчету, опубликованному в журнале «*Quaternary Science Reviews*», археологам удалось обнаружить следы применения примитивных средств, использовавшихся для добывания огня на протяжении жизни почти двенадцати поколений людей, заселявших данную местность в древнюю эпоху.

Скорее всего, впервые огонь был получен людьми в процессе обработки древесины. Когда первобытный человек долго сверлил или шлифовал сухое дерево для своих примитивных орудий труда и охоты, оно могло сильно нагреться, а образующаяся древесная пыль – вспыхнуть. Вероятно, что так и появился способ добывания огня трением. Наиболее известный его вариант, который используется и сегодня некоторыми племенами Полинезии, заключается в следующем. В кусок сухой древесины упирают заостренный конец сухой палки и начинают быстро вращать ее между ладонями. При этом постепенно образуется мелкая древесная пыль, которая в процессе трения нагревается, начинает тлеть и через некоторое время воспламеняется. На тлеющую или горящую пыль кладут сухую траву, мох или щепки, а затем раздувают огонь (рис. 1).



Рис. 1. Добывание огня трением



Рис. 2. Горная порода, содержащая кристаллы пирита

Постепенно, по мере накопления человечеством практического опыта и новых знаний об окружающем мире получил распространение другой способ добывания огня, основанный на высеке искры. Он заключается в том, что при резком ударе камнем по некоторым минералам или горным породам образуются мельчайшие частицы, которые тут же воспламеняются и, попадая на горючий материал, поджигают его. К таким минералам относится, например, дисульфид железа (II) FeS_2 . Он встречается в природе в виде красивых серо-золотистых блестящих кристаллов (рис. 2). Не случайно этот минерал называется пирит: выражение *pyrites lithos* в переводе с греческого значит «огненный камень». Известны и другие минералы с таким же свойством.

С течением времени этот способ был усовершенствован. Огонь стали получать с помощью более распространенного и доступного материала – кремня, высекая искры железным кресалом.

В качестве горючих веществ использовали трут или пережженную паклю (рис. 3). Трут изготавливали из грибных наростов на дубе или ясене. Их кипятили в воде с золой, полученную массу пропитывали раствором селитры и высушивали. Трут начинал тлеть от малейшей искры и при



Рис. 3. Приспособления для добывания огня: а – кремень; б – кресало; в – трут; г – пережженная пакля

раздувании мог поджечь сухую лучину. Вместо трута часто использовали

хлопчатобумажный шнур (фитиль), пропитанный для более легкого загорания раствором калийной селитры.

Для получения огня при помощи кремня в Европе вплоть до середины XIX столетия широко использовалось устройство, которое в России получило название «огниво» (рис. 4). Оно состояло из металлического футляра, в котором находились кремь и горючий материал, и



Рис. 4. Огниво начала XIX века: а – металлический футляр; б – кремь; в – стальное кресало

стального кресала, привязанного к футляру железной цепью. Весила такая «зажигалка» около полукилограмма!

Еще один интересный способ добывания огня использовался с древности и практически до середины XX столетия дикими племенами, обитавшими на островах Суматра, Ява, Калимантан и Сулавеси. Они добывали огонь путем резкого сжатия воздуха в специальных приспособлениях. Современный вариант такой «зажигалки» представлен на рис. 5. Она состоит из продолговатого деревянного корпуса с глубоким цилиндрическим отверстием и деревянного поршня соответствующего диаметра.



Рис. 5. Приспособление для добывания огня путем резкого сжатия воздуха



Рис. 6. Поршневое огниво середины XIX века

К концу этого поршня прикрепляют кусочек трута, вставляют в отверстие и резко надавливают на поршень вниз. При этом воздух под поршнем в результате быстрого сжатия нагревается до 260°C и трут начинает тлеть. Поршень с тлеющим трутом быстро извлекают из корпуса, подносят к горючему материалу и раздувают пламя. Этот способ добывания огня в Европе стал известен лишь в 1745 г, когда французский аббат Огюстен Руффо изобрел подобное зажигательное устройство. Оно было запатентовано одновременно в Англии и Франции в 1802 г и изготавливалось из металла или толстого стекла (рис. 6).

Такой способ добывания огня часто демонстрируют на уроках физики. Для этого головки нескольких спичек бросают в толстостенный стеклянный цилиндр, закрывают его поршнем и резко надавливают вниз. В результате спичечные головки на дне цилиндра моментально воспламеняются (рис. 7).

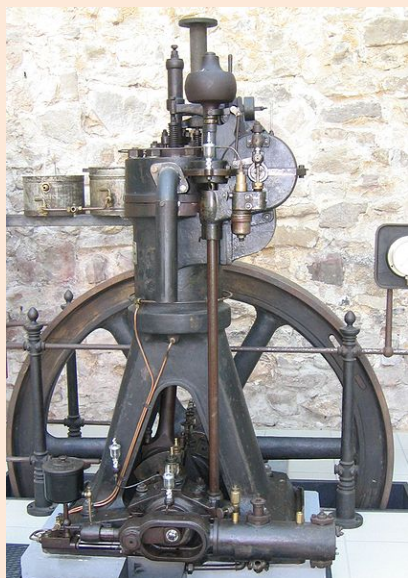


Рис. 7. Воспламенение спичечных головок при резком сжатии воздуха в стеклянном цилиндре

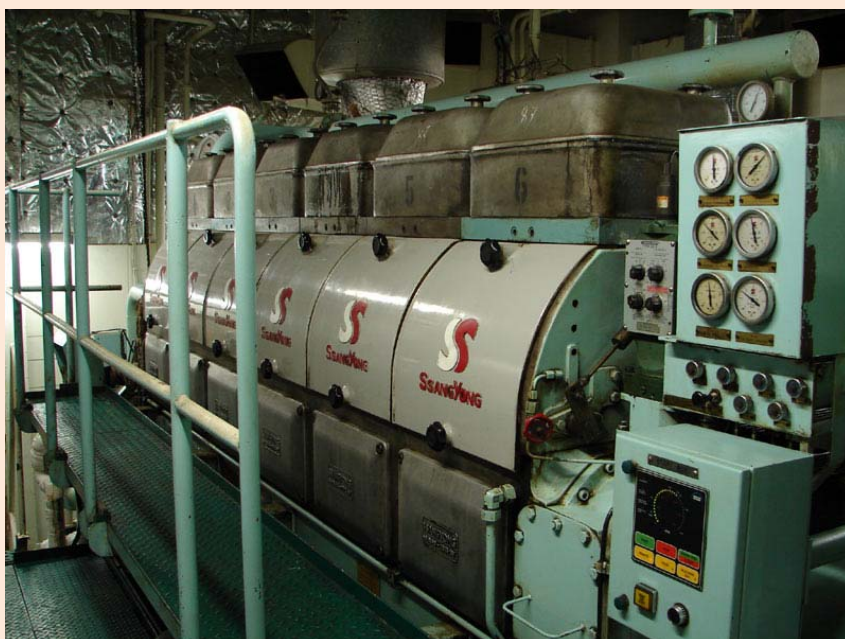


Рудольф Кристиан Карл Дизель

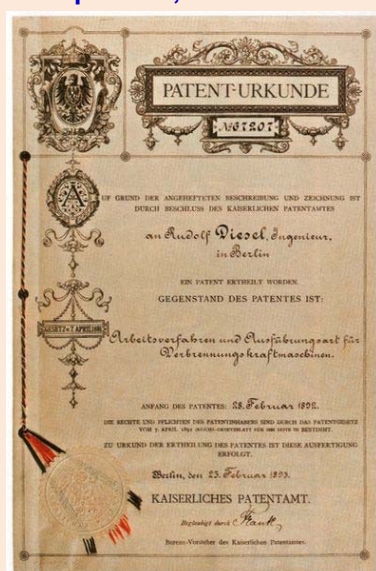
Принцип действия такого «поршневого огнива» использовал французско-немецкий инженер Рудольф Кристиан Карл Дизель (1858 – 1913) при разработке двигателя, носящего теперь его имя. В дизельном двигателе воздух сжимается поршнем, после чего в камеру впрыскивается топливо. За счет сжатия воздух сильно нагревается и топливо самовоспламеняется.



Одноцилиндровый
дизельный двигатель,
Германия, 1906



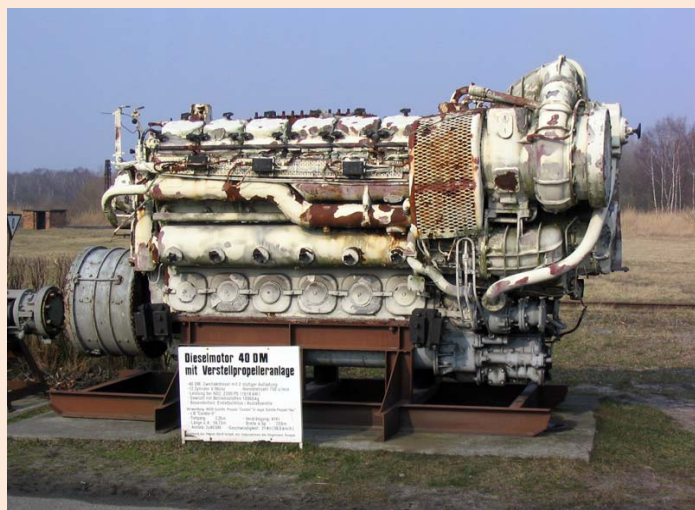
Дизельный генератор нефтяного танкера



Патент, выданный Рудольфу
Дизелю на его изобретение



Дизельные двигатели, выставленные в музее



Дизельный двигатель с турбонаддувом

Древние греки и римляне знали еще один способ добывания огня – при помощи солнечных лучей, сфокусированных линзой или вогнутым зеркалом. Историческим является тот факт, что Архимед помог поджечь таким образом вражеские корабли. Древнеримский историк Цеци писал: «...Когда римские корабли находились на расстоянии полета стрелы, Архимед стал действовать шестиугольным зеркалом, составленным из небольших четырехугольных зеркал, которые можно было двигать при помощи шарниров и металлических планок. Он установил это зеркало так, чтобы оно пересекалось в середине зимней и летней солнечными линиями, и поэтому принятые этим зеркалом солнечные лучи, отражаясь, создавали жар, который обращал суда римлян в пепел, хотя они находились на расстоянии полета стрелы...»¹. Конечно, такой способ добывания огня не мог получить широкого распространения, хотя изредка используется и сегодня, если небо не затянуто тучами...



we-survive.ru

На рубеже XVII – XVIII столетий в Европе стал доступен белый фосфор – вещество, обладающее удивительным свойством самовоспламеняться на воздухе. Поэтому не случайно, что тогда было предпринято много попыток создания зажигательных средств на основе этого вещества. Так, например, с середины XVIII века в Италии большой популярностью пользовались «туринские огоньки», изобретенные ученым Пейла. «Туринский огонек» – это восковая свеча, конец фитиля которой пропитывали смесью белого фосфора, серы и масла. Чтобы свеча не

¹ Многочисленные изобретения Архимеда очень помогли при обороне его родного города Сиракузы, но факт сожжения римских кораблей с помощью зеркал или блеска щитов воинов вызывает дискуссии и часто ставится под сомнение. См., например, книгу С. В. Житомирский Архимед: Пособие для учащихся. 1981. (- прим. ред.)

самовоспламенялась, ее запаивали в стеклянную трубку, которую при необходимости разбивали. Зажигали такую свечу, «чиркнув» чем-нибудь шероховатым по ее фитилю.

В 1781 г французские химики изобрели «фосфорическую свечу» (*phosphoric candle*). Она представляла собой запаянную стеклянную трубочку, в которую помещалась бумажка, пропитанная белым фосфором. Для зажигания такой свечи трубочку разламывали, и бумажка с фосфором воспламенялась.

Значительный прогресс в поисках новых искусственных источников огня был достигнут в первой половине XIX столетия, когда наблюдалось бурное развитие естественных наук, в том числе и химии. К этому времени был накоплен большой запас знаний о химических веществах и явлениях. Их осмысление и попытки практического применения привели к новым открытиям способов добывания огня, основанным на научном знании.



Иоганн Вольфганг Деберейнер

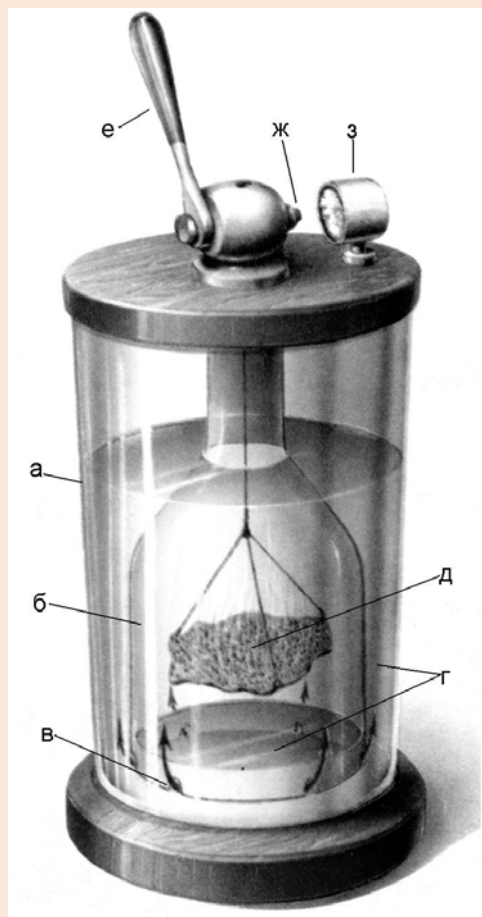


Рис. 8. Огниво Деберейнера:
а – резервуар; б – воронка; в – прорези;
г – раствор кислоты; д – слиток цинка;
е – рычажок; ж – сопло; з – трубочка с
губчатой платиной

Первым химиком, кто добился в этом деле наибольших успехов, стал немец Иоганн Вольфганг Деберейнер (1780 – 1849). Сначала он был аптекарем, что типично для многих химиков того времени, затем владельцем фабрики, а с 1810 года – профессором химии, фармации и технологии в Иенском университете. Одно из

важнейших открытий Деберейнера – платиновый катализ. Суть этого явления в том, что платина в виде мелкого порошка («платиновой черни») или в виде губки значительно ускоряет многие химические реакции, но сама при этом остается неизменной. В 1823 г Деберейнер обнаружил, что платина при комнатной температуре способствует самовоспламенению водорода. На основании этого открытия он сконструировал «водородное огниво» (рис. 8) – прибор для получения огня.

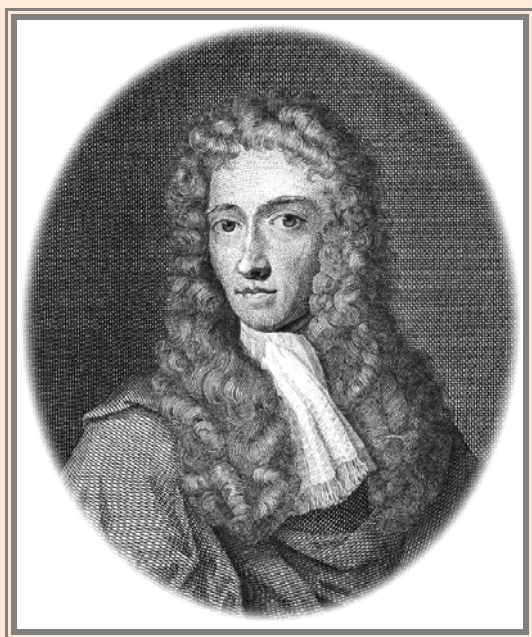
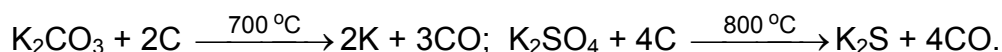
Конструкция представляла собой стеклянный резервуар с раствором серной кислоты, в который помещалась колоколообразная воронка с длинным горлышком, в нижней части которой имелись прорези. Внутри воронки на определенной высоте подвешивался слиток цинка. Вся конструкция плотно закрывалась крышкой с отверстием посередине, через которое наружу выходила трубка от воронки, которая соединялась со специальным рычажным затвором. При нажатии рычажка вниз этот затвор открывался и водород, находившийся в приборе под небольшим давлением, поступал наружу через тонкое сопло в виде достаточно сильной струи, направленной внутрь железной трубочки с губчатой платиной. Соприкоснувшись с ней, водород воспламенялся на выходе из сопла и горел до тех пор, пока рычажок был опущен вниз. При внесении в водородное пламя любого горючего материала он практически моментально воспламенялся. Для гашения пламени рычажок переводился в вертикальное положение, при этом затвор закрывался, и выход водорода наружу прекращался. Под давлением выделяющегося газа раствор кислоты в воронке опускался вниз и через прорези в ее нижней части поступал в пространство между стенками воронки и резервуара (показано стрелками). Реакция выделения водорода прекращалась. Достаточно было снова опустить рычажок вниз, как с легким хлопком снова появлялось пламя. Прибор безотказно работал до полного расходования цинка или кислоты, а в случае надобности его можно было «перезарядить».

«Зажигательные машинки» Деберейнера стали пользоваться успехом, и он наладил их выпуск, достигший к 1829 г 20000 экземпляров. Эти аппараты продавались до 1880 года, пока не были вытеснены спичками².

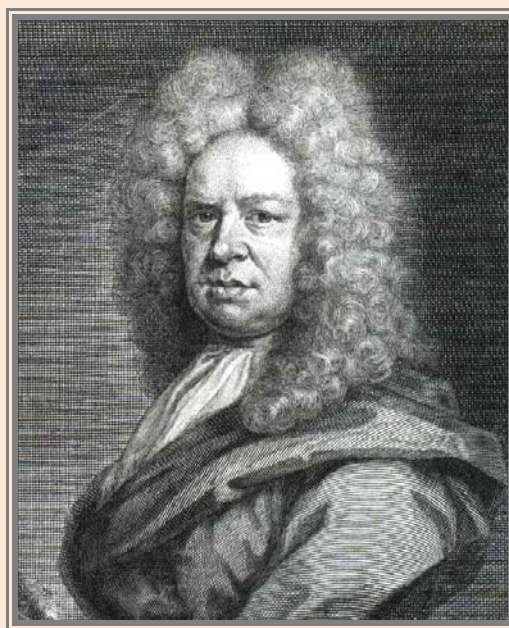
История не сохранила имен первых изобретателей спичек, однако известно, что в Европе похожие средства для добывания огня появились около 1530 г. В литературных источниках той поры можно найти сведения о разных способах добывания огня с помощью тонких деревянных лучинок – прообразов современных спичек. Один из них заключался в том, что сухую лучинку, один конец которой был покрыт липкой горючей

² «Спичка» - уменьшительная форма слова «спица», обозначающего длинную заостренную палочку.

смолой, опускали в сосуд с пиррофорным³ порошком и извлекали наружу. Через некоторое время прилипший к лучинке пиррофор самовоспламенялся и поджигал ее. Такой порошок, известный еще со времен ранней алхимии, получали прокаливанием мелкодисперсной смеси обезвоженных алюмокалиевых квасцов $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3$, поташа K_2CO_3 и угля (сажи). Сыпучий продукт охлаждали и хранили в герметически закрывающихся сосудах. Его самовоспламенение на воздухе объясняется наличием мелкодисперсных частиц калия и сульфида калия, которые при контакте с влажным воздухом загораются. Эти вещества образуются в результате реакций:



Роберт Бойль



Амброз Годфри Ханквитц

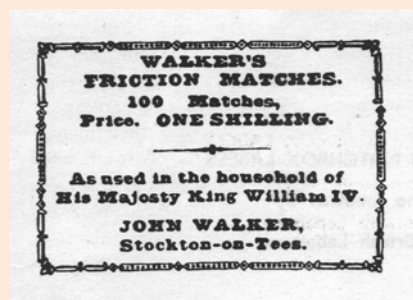
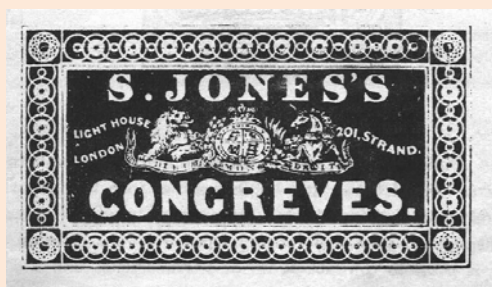
В то время использовались и другие спички, служившие для перенесения огня. Они представляли собой деревянные лучинки, покрытые с одного конца серой. При внесении их в огонь сера воспламенялась и горела длительное время пламенем, которое не гасло на сильном ветру или даже под дождем. Значительный вклад в усовершенствование таких спичек внесли английский физик и химик Роберт Бойль (1627 – 1691) и его помощник Амброз Годфри Ханквитц (1660 – 1741). В 1680 г они получили белый фосфор, самовоспламеняющийся на воздухе. Изучая свойства этого необычного вещества, Ханквитц прикоснулся головкой серной спички к кусочку фосфора, отчего та вскоре воспламенилась. Уже после смерти Бойля Ханквитц пытался наладить производство таких спичек, но оставил эту затею из-за легкой самовоспламеняемости и высокой ядовитости белого фосфора.

³ Пиррофорный – «несущий огонь» (от греческих слов *piros* – огонь и *fore* – несу).



В конце XVIII столетия спички с головкой из серы появились и в России. Их изготавливали путем обмакивания лучинок в расплавленную серу, из-за чего они получили название «маканки». Одно из ранних упоминаний о таких спичках содержится в журнале «Экономический магазин» за 1787 г, в статье «Некоторые примечания о сере». Автор пишет: «...В домоводстве же, в особенности, сера нужна для огнив и высекания огня; для сего обмакиваются в серу либо концы лучинных спичек, либо проволакиваются сквозь растопленную серу шнуры, или толстые витки, или бумажные узкие полоски, и потом к прильнувшему к труту искрам прикладываются».

В богатых домах такие спички поджигали с помощью своеобразных зажигалок, называвшихся «аллюметт». Они представляли собой небольшие сосудики вроде закрытых металлических или стеклянных лампад, в которых теплился огонек и куда через специальные отверстия просовывались спички – «маканки», посредством которых можно было достать и перенести огонь. Сегодня аллюметт можно увидеть, например, в Петергофе, в воссозданном кабинете императора Николая I или в музей-квартире А.С. Пушкина в Санкт-Петербурге.

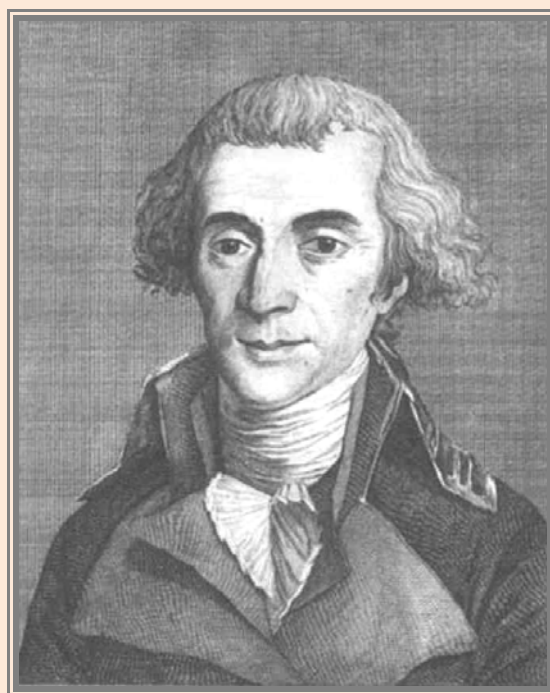


Коробки спичек (XIX век)

ann-vas1.narod.ru и livinggloucester.co.uk

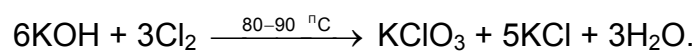


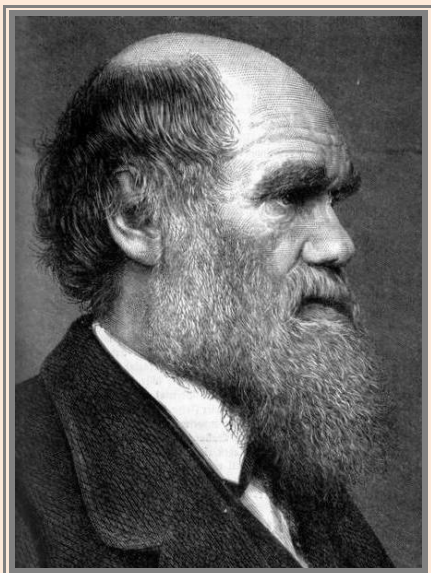
Клод Луи Бертолле



Бертран Пеллетье (Пельтье)

Очень важный этап в истории создания спичек косвенно связан с именем французского химика Клода Луи Бертолле (1748 – 1822). В 1786 г, исследуя взаимодействие хлора со щелочами, он впервые получил хлорат калия KClO_3 , который входит в состав головок почти всех современных спичек:





Жан-Жозеф-Луи Шансель

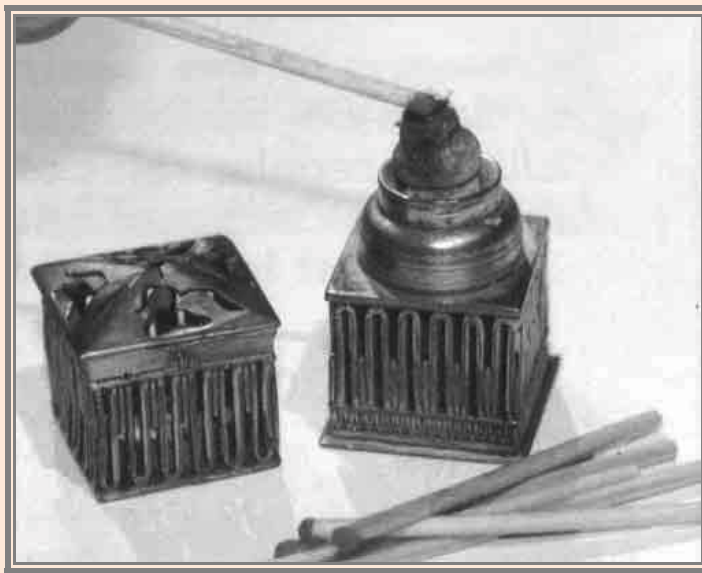


Рис. 9. Зажигание «химических» спичек

В 1789 г французский химик и фармацевт Бертран Пеллетье (Пельтье) (1761 – 1797) обнаружил, что смеси этой соли с горючими веществами воспламеняются при добавлении концентрированной серной кислоты. Позже было установлено, что причиной тому является образование очень сильного газообразного окислителя – оксида хлора (IV):



В атмосфере этого газа при комнатной температуре воспламеняются многие горючие вещества, в том числе и сахар. Зная это свойство хлората калия, французский химик Жан-Жозеф-Луи Шансель (1779 – 1837), ассистент Луи Жака Тенара в 1805 году изобрел новые спички, которым дал претенциозное название – «Зажигательные машины Шанселя». Они представляли собой тонкие деревянные лучинки, один конец которых был покрыт смесью серы, бертолетовой соли, сахара и гуммиарабика – смолы растительного происхождения. Зажечь такую спичку можно было, окунув на мгновение ее головку в концентрированную серную кислоту. Воспламенение сопровождалось сильным шипением, треском, выделением дыма и яркой вспышкой.

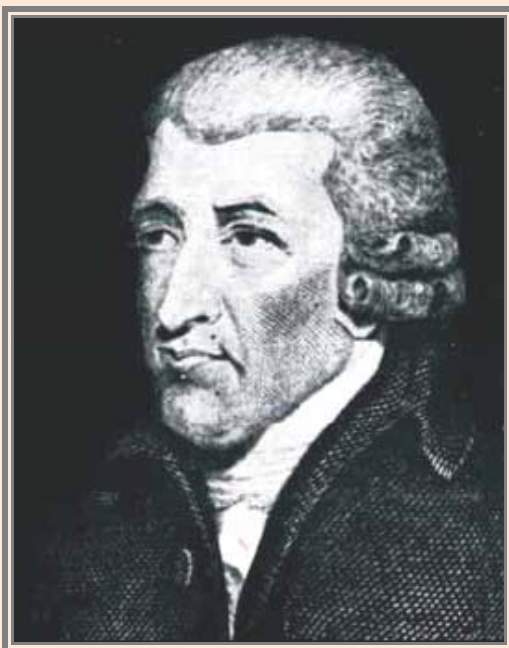
В 1811 г химик из Тюбингена К. Вагеманн усовершенствовал способ зажигания химических спичек. Он предложил использовать пузырек с серной кислотой, снабженный асбестовым фитилем (рис. 9), до которого нужно было дотронуться спичечной головкой. В этом случае ее воспламенение происходило более спокойно.

В 1816 г французский фармацевт Луи-Шарль Деросне (1780 – 1846), зная о способности белого фосфора самовоспламеняться на воздухе, предложил к использованию «фосфорную зажигалку» (*briquet phosphorique*) для серных спичек. Она представляла собой плотно закрывающуюся стеклянную пробирку, на стенках которой

находился белый фосфор. До него дотрагивались головкой спички и извлекали ее наружу. Через некоторое время фосфор воспламенялся и поджигал спичку.

Несмотря на то, что использование химических спичек Шанселя предусматривало применение небезопасной серной кислоты, они получили достаточно широкое распространение не только во Франции, но и в других странах. Например, в 1806 г Вагеманн открыл фабрику по производству спичек в Берлине, а в 1813 г была построена соответствующая мануфактура в Вене.

Усовершенствованием спичек занимался и Джон Уокер (1781 – 1859) – фармацевт из небольшого английского городка Стоктон-он-Тис. В 1826 г ему впервые удалось сделать спички, для зажигания которых не требовалась серная кислота. В то время аптекарям приходилось самим готовить лекарства, смешивая и перетирая различные вещества, проводить разные химические манипуляции. Однажды, когда Уокер готовил «рвотный камень» (лекарство, вызывающее рвоту) исходя из сульфида сурьмы Sb_2S_3 , он случайно обнаружил, что смесь этого вещества с бертоллетовой солью при



Джон Уокер

перетирании воспламеняется. Это навело Уокера на мысль использовать данный факт для изготовления спичек. Он решил наносить смесь этих веществ на концы деревянных прутьев и зажигать их трением о шероховатую поверхность. В качестве клея, скрепляющего смесь и удерживающего его на древке, было решено использовать гуммиарабик. Проведя предварительные опыты, Уокер нашел пропорции, в которых нужно было смешивать вещества. Технология изготовления оказалась несложной: концы прутьев опускались в густую смесь компонентов и затем высушивались. При трении головок таких спичек о любую шершавую поверхность они с шумом и треском воспламенялись, образуя белый дым и источая резкий запах сернистого газа:



Первые «экспериментальные» спички были невероятных размеров – толщиной в мизинец и длиной почти в 90 см. Испытав их, Уокер вскоре стал изготавливать спички меньших размеров и назвал их «*Friction Lights*», что значит «огни трения». Оказалось, что наилучшим средством для их зажигания является наждачная бумага.



Спички системы Джона Уокера



ingenious.org.uk

Первую коммерческую сделку Уокер совершил 7 апреля 1827 года, продав свои «огни» адвокату Никсону. Вскоре из-за растущего спроса он наладил небольшое производство спичек, но разбогатеть на этом деле не успел. Его изобретение присвоил предприниматель Сэмюэль Джонс (1801 – 1859). Он умудрился оформить на себя патент и быстро наладил массовое производство. Спички выпускались в металлических коробках и носили гордое название «*Lucifers*» («несущие свет»).



Спички, запатентованные Сэмюэлем Джонсом (Samuel Jones) в 1828 г. Головка спички содержала небольшой шарик с концентрированной серной кислотой, завернутый в бумажку, внутри которой была смесь хлората калия, сахара и гуммиарабика. Чтобы зажечь такую спичку пузырек с кислотой раздавливали с помощью специальных щипчиков



Справа – «фосфорная коробочка», в которой зажигали спички (за счет трения) после того, как их вынимали из бутылочки с белым фосфором.

В центре – коробки со спичками, головки которых содержали смесь хлората калия, сахара и гуммиарабика. Такие спички загорались при кратковременном опускании в бутылочку с серной кислотой. Дальняя коробка закрыта крышкой.

Коробок слева имеет более сложную конструкцию и содержит свечу

ingenious.org.uk

В 1828 г С. Джонс наладил производство спичек, которые получили название «спички Прометея» или «Дьявольские спички Джонса». Они представляли собой полоски из плотного картона с продолговатыми головками – трубочками из бумаги, покрытой смесью бертолетовой соли и сахара. Внутри такой трубочки находилась маленькая стеклянная ампула с серной кислотой. Такая спичка загоралась, когда ампулу раздавливали специально прилагавшимся пинцетом. Процесс воспламенения протекал очень бурно. Он сопровождался яркой вспышкой, сильным шипением и разбрасыванием раскаленных твердых частиц и капель непрореагировавшей кислоты. Именно о таких спичках писал в 1832 г Чарлз Роберт Дарвин (1809 – 1882) в своем дневнике о путешествии на корабле «Бигль»: «...У меня были «прометеевы» спички, которые я зажигал надкусывая. То обстоятельство, что человек может добывать огонь при помощи своих зубов, казалось таким чудом, что люди целыми семьями сбегались посмотреть, как это делается. Раз мне предлагали целый доллар за одну спичку...».

Несмотря на то, что в первой трети XIX века идея об использовании белого фосфора в качестве зажигательного вещества для спичек была не нова, она получила реальное практическое воплощение только в 1831 г, когда Шарль Марк Сория (1812 – 1895), девятнадцатилетний ученик аграрного училища из небольшого французского городка Сен-Лотер, изобрел «фосфорные спички». Он был увлечен эффектными химическими опытами и однажды наблюдал, как моментально воспламенился кусочек белого фосфора от маленькой щепотки бертолетовой соли. Именно этот факт и навел Сория на мысль о новых, фосфорных спичках. Проведя множество пробных экспериментов, он нашел оптимальное соотношение компонентов и разработал способ изготовления таких спичек, заключавшийся в следующем. В густую эмульсию, состоявшую из теплой воды, белого фосфора и гуммиарабика, при перемешивании добавлялась бертолетова соль. Концы деревянных лучинок опускались в приготовленную смесь и слегка подсушивались, после чего их опускали в густой раствор гуммиарабика и окончательно высушивали. Приготовленные таким образом спички воспламенялись, как и спички Уокера, при трении о шероховатую поверхность, но, в отличие от них, не источали пронзительный запах сернистого газа.

Сория несколько не сомневался в важности и перспективности своего изобретения и попытался запатентовать его. Хотя изобретение было признано, он, однако, не смог получить на него патент, за который нужно было внести в казну 1500 франков. Таких денег у Сория и его родителей не было. Пока они собирали деньги, немецкий студент-химик Каммерер создал аналогичные спички и наладил в Германии их производство в промышленных масштабах. Через два года Сория увидел эти фосфорные спички и во Франции – они теперь продавались на каждом углу.



Рис. 10. Памятник Шарлю Сория в г. Сен-Лотер (Франция)



Якоб Фридрих Каммерер

Сория стойко перенес этот удар. Он окончил училище и поступил на медицинский факультет университета в Безансоне, по окончании которого с дипломом доктора медицины вернулся в свой родной Сен-Лотер. До конца жизни доктор Сория лечил жителей городка и окрестных крестьян, чем снискал всеобщую любовь и уважение. В свои зрелые годы доктор Сория более интересовался философией и литературой, а также театром, играя в местной любительской труппе. Он прожил долгую, спокойную и, можно сказать, счастливую жизнь, совершенно не терзаясь тем, что у него из-под носа увели изобретение, которое могло бы принести ему миллионы.

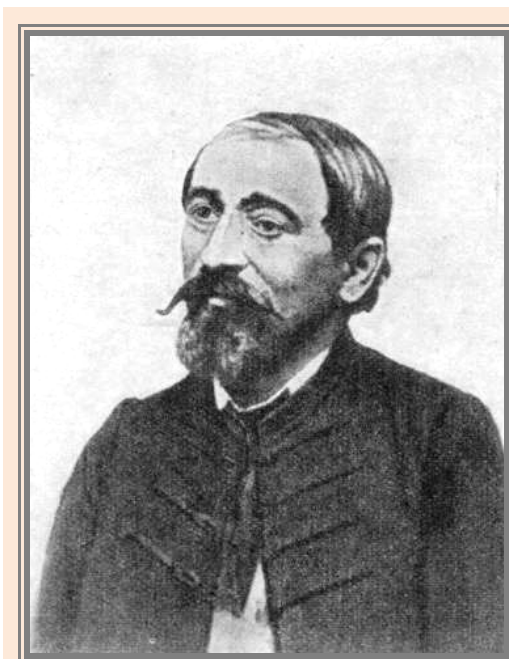
Когда он умер, жители Сен-Лотера, дабы восстановить справедливость и увековечить память о своем земляке, на одной из площадей города возвели скромный памятник Сория, на котором указано, что именно он, их земляк, первым подарил миру химические спички. Этот памятник сохранился до наших дней (рис. 10).

Немецкий студент-химик из Людвигсбурга Якоб Фридрих Каммерер (1796 – 1857), ничего не знавший об изобретении Сория, в 1832 г изобрел точно такие же фосфорные спички и изготовил их по той же технологии. Поскольку в то время в Германии закона о патентах еще не существовало, Каммерер не мог запатентовать свое изобретение, и это сыграло с ним роковую шутку. Секрет изготовления фосфорных спичек вскоре был раскрыт, и в Германии началось их стихийное производство. Мало того, в Вене изобретением нелегально воспользовались венские фабриканты Ремер и Прешель, которые стали изготавливать такие спички фабричным путем. Понятно, что от их продажи автор изобретения не имел ни гроша.

В 1835 г производство фосфорных спичек в Германии было запрещено под предлогом повышенной пожароопасности. Однако их в огромных количествах производили в Австрии и оттуда поставляли в Германию.

Каммерер неоднократно, на протяжении более 15 лет предпринимал попытки вернуть себе авторское право, однако все они были безуспешными. Он не выдержал несправедливости, разорился и умер в 1857 г в доме для умалишенных.

Использование в производстве спичек бертолетовой соли – сильного окислителя с взрывчатыми свойствами являлось причиной многих несчастных случаев, происходивших на спичечных фабриках. Так, например, в 1832 г на таком предприятии в пригороде Лондона при размалывании слежавшегося хлората калия произошел сильнейший взрыв, унесший жизни 23 рабочих. Поэтому перед производителями спичек встала новая проблема – найти замену бертолетовой соли. Вариант решения этой задачи предложил в 1833 г австриец венгерского происхождения Янош Ирини (1817 – 1895). Он предложил фабриканту Ремеру изъять из рецепта



Янош Ирини

приготовления зажигательной смеси бертолетову соль и заменить ее другим окислителем – оксидом свинца (IV): «...Нужно взять какого-нибудь горячего клея, лучше всего гуммиарабика, бросить в него кусок фосфора и сильно взболтать склянку с клеем. В горячем клее при сильном взбалтывании фосфор разобьется на мелкие частицы. Они так тесно слипаются с клеем, что образуется густая жидкость беловатого цвета. Дальше к этой смеси нужно прибавить мелко растертый порошок перекиси свинца⁴. Все это размешивается до тех пор, пока не получится однообразная бурая масса. Предварительно надо приготовить серники, то есть лучинки, концы которых покрыты серой. Сверху серу нужно покрыть слоем фосфорной массы. Для этого серники обмакивают в приготовленную смесь. Теперь остается их высушить. Таким образом получают спички. Они воспламеняются очень легко. Их стоит только чиркнуть о стенку». На одной из фабрик Ремера спички по этой технологии выпускались до середины XIX века.

К сожалению, опасным было не только производство спичек, но и их использование. Фосфорные спички стали причиной большого числа несчастных

⁴ Перекись свинца – устаревшее название оксида свинца (IV) PbO_2 .

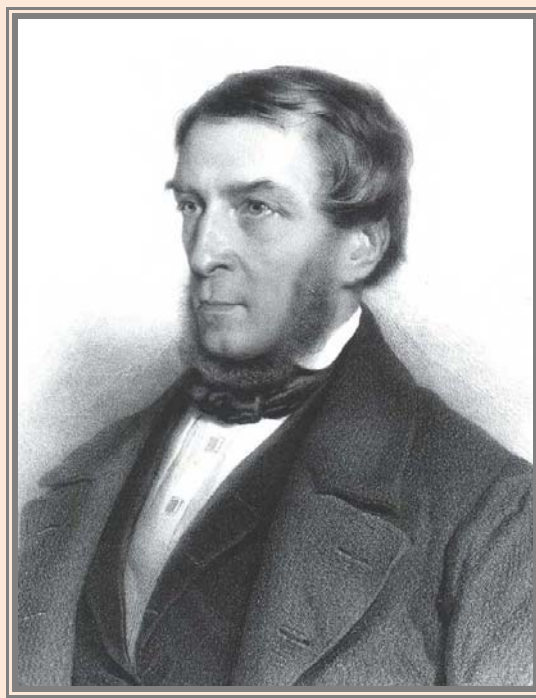
случаев. Для их воспламенения достаточно было любым способом нарушить целостность головки. Иногда они загорались самопроизвольно даже от взаимного трения в коробке, не говоря уже о том, что кто-либо мог наступить на такую спичку. А ведь именно в результате такого случая в 1867 г от сильных ожогов погибла итальянская эрцгерцогиня Матильда. Кроме того, спички представляли опасность и из-за высокой ядовитости белого фосфора. Его смертельная для взрослого человека доза, составляющая примерно 0.1 г, содержалась в 2-3 спичечных головках. Производство спичек происходило в ужасных условиях, следствием чего была огромная смертность среди рабочих и особая «фосфорная болезнь», выражавшаяся в омертвлении и разрушении у них десен и челюстей.

Вполне понятно, что предпринимались многие попытки заменить в производстве спичек белый фосфор другим, менее опасным веществом. Так, например, еще в 1832 г австрийский химик Леонард Тревани предложил вводить в состав спичечных головок вместо фосфора неядовитую серу. Такие спички, как и фосфорные, зажигались трением о шероховатую поверхность, но, к сожалению, часто воспламенение сопровождалось взрывом. Поэтому изобретение Тревани не получило практического применения.

Значительный прогресс в снижении безопасности спичек был достигнут в 1844 г. Профессор химии Каролинского института в Стокгольме Густав Эрик Паш (1788 – 1862) разработал принципиально новую технологию спичечного производства,



Густав Эрик Паш



Антон Риттер фон Кристелли Шреттер

отличавшуюся от старой двумя важными аспектами. Во-первых, он предложил заменить опасный белый фосфор красным, который, совершенно не ядовит и не самовоспламеняется на воздухе. Во-вторых, новая технология предусматривала не вводить красный фосфор в состав спичечных головок, а наносить его при помощи клея на наждачную бумагу. Согласно новому рецепту в состав спичечных головок входили бертоллетова соль, сульфид сурьмы (III), сера, гипс и клей. Вещества были подобраны в такой пропорции, что при трении о шероховатые поверхности спичечные головки никогда не воспламенялись. Новые спички зажигались только при трении о специальную «наждачку» с красным фосфором.

В том же 1844 г Паш взял патент на свое изобретение, которое, однако, практически не заинтересовало промышленников. Главной причиной тому была чрезвычайная дороговизна красного фосфора. К тому времени он был хотя и известным, но крайне малодоступным веществом. Из-за отсутствия технологии промышленного производства его получали лишь в мизерных количествах полукустарными и малоэффективными методами. Один из них, например, был основан на очень медленном превращении белого фосфора в красный под действием яркого света.

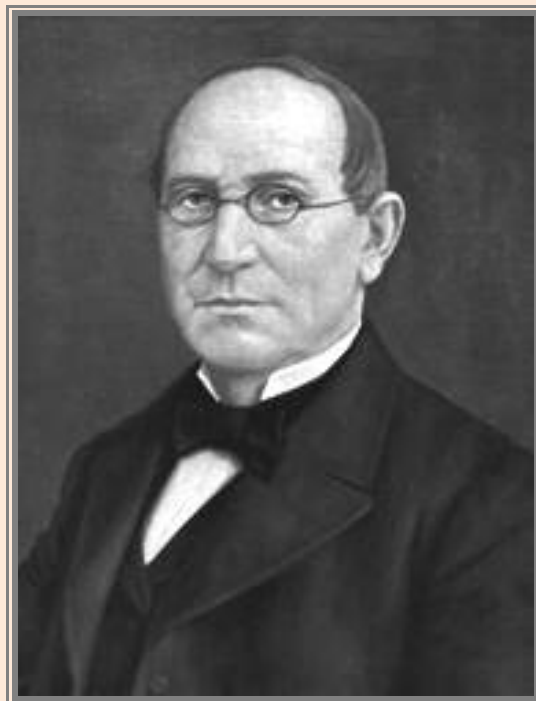
В 1845 г австрийский химик Антон Риттер фон Кристелли Шреттер (1802–1875) впервые наблюдал достаточно быстрое образование красного фосфора из белого при нагревании его до 500 °С под давлением в запаянной стеклянной ампуле. Это наблюдение легло в основу промышленного способа, позволившего в 1851 г получить первые партии высококачественного красного фосфора.

В 1848 г немецкий химик, профессор Франкфуртского университета Рудольф Кристиан Беттгер (1806 – 1881) предложил свою технологию изготовления спичек на основе красного фосфора. По своей сути она была похожа на технологию, разработанную шведским химиком, но в некоторых деталях отличалась от нее. Это касалось, прежде всего, состава спичечных головок, а также способа изготовления и хранения «зажигательных полосок» с фосфором. По рецепту Беттгера, главными компонентами головок были бертоллетова соль, свинцовый сурик Pb_3O_4 и клей. Для изготовления «зажигательных полосок» он предложил использовать смесь фосфора и сульфида сурьмы, в которую добавлялось молотое стекло для создания шероховатой поверхности. Эту смесь с помощью клея наносили на полоски плотной бумаги, высушивали и наклеивали на внешней стороне коробки для спичек.

Беттгер запатентовал свое изобретение, право пользования которым вскоре купили шведские промышленники братья Лундстремы. В 1851 г, когда красный фосфор стал доступен в Англии, они организовали производство спичек. Один из братьев,



Рудольф Кристиан Бетгер



Йохан Эдвард Лундстрем

Йохан Эдвард Лундстрем (1815 – 1888) после внесения ряда рецептурных изменений в 1855 г получил патент на усовершенствованную им технологию, а выпускаемая продукция была удостоена Золотой медали на Всемирной выставке в Париже. С тех пор производство безопасных спичек, получивших название «шведские», стало резко расширяться и превратилось в целую индустрию.

В 1886 г американский химик Фредерик Фарнем получил патент на изготовление «бестерочных» спичек с двуслойными головками, зажигающимися при трении о любую твердую поверхность. Первый слой головок состоял из хлората калия, клея, канифоли, гипса, белого и цветного пигментов и небольшого количества фосфора. Второй слой головок содержал красный фосфор, клей, кремний, гипс, оксид цинка и красящее вещество. Спички зажигались бесшумно, причем была полностью исключена возможность отлета горячей головки.

Еще один вариант таких спичек, названных «сесквисульфидными», разработали в 1898 г французские химики Анри Севен (1851 – 1917) и Эмиль Дэвид Каэн. Они предложили изготавливать головки из смеси так называемого сесквисульфида фосфора P_4S_3 , бертолетовой соли, оксидов железа (III) и цинка, стеклянного порошка и клея. Спички легко и спокойно зажигались о любую шероховатую поверхность. Однако из-за своей повышенной пожароопасности они, как и кухонные спички Фарнема, не получили широкого распространения.



Современные спички, которые загораются от трения об шероховатую поверхность

Конечно, за прошедшее время технология производства спичек претерпела некоторые изменения, но классический набор веществ, применяющихся в производстве головок и «терок», остался практически тем же, что и 160 лет назад.

В настоящее время в мире выпускаются чуть больше 100 разновидностей спичек, различающихся по способу зажигания и предназначению, по скорости горения и температуре пламени, по составу головок и намазок, по материалу «древка», по длине, диаметру и другим параметрам.

Большинство выпускаемых в настоящее время спичек – «терочные», зажигающиеся при трении о специальные «терки» на коробках. «Бестерочные» спички выпускаются в ограниченном количестве в некоторых англоязычных странах для военных нужд.

Примерно 98 % от общего объема производимых спичек составляют бытовые или обычные спички и около 2 % – специальные, среди которых, в зависимости от предназначения, различают следующие виды:

1. *Охотничьи* (ветровые или штормовые) – выпускаются в непромокаемых коробках. Горят дольше обычных даже на сильном ветру и в дождливую погоду.
2. *Термические* – горят с выделением большого количества теплоты, образуя высокотемпературное пламя, в котором может плавиться тонкая стальная проволока.
3. *Сигнальные* – горят цветным пламенем.
4. *Осветительные* – горят продолжительное время ярким пламенем.
5. *Фотографические* – дают при горении мгновенную яркую вспышку.
6. *Каминные и газовые* – удлиненные (10 – 15 см) спички для зажигания каминов и газовых плит.
7. *Сувенирные и рекламные*.

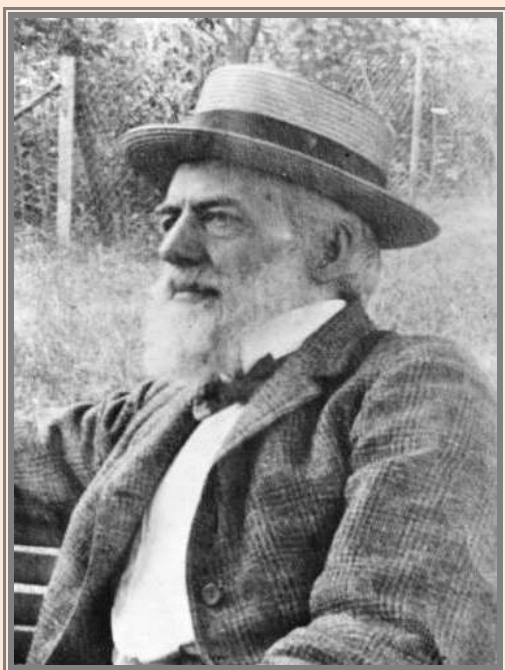
Современные деревянные спички изготавливаются двумя способами. Для производства спичек квадратного поперечного сечения отборные бревна осины ошкуриваются и затем разрезаются на короткие чурaki, которые лущатся или строгаются в ленты с определенными толщиной и шириной. Они подаются в машину, разрезающую их на отдельные спички, которые автоматически вставляются в отверстия пластин «макательного» автомата для нанесения головок.

При производстве спичек круглого сечения небольшие сосновые чурaki подаются в головку машины, где расположенные в ряд вырубные штампы вырезают заготовки спичек и вталкивают их в отверстия металлических пластин.

При обоих способах производства спички последовательно проходят через ряд ванн. Сначала спичечная «соломка» пропитывается 1.5 %-ным раствором дигидрофосфата аммония $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$. Делается это для того, чтобы образующиеся в результате горения угольные черенки не тлели и быстро угасали. После высушивания концы спичечных заготовок окунают в расплавленный парафин, благодаря которому при зажигании спички огонь переходит от головки на древко и образуется достаточно высокое и светящееся пламя. Затем поверх парафина на концы будущих спичек наносятся два слоя густой зажигательной массы, которая опрыскивается сверху укрепляющим раствором, защищающим головки от атмосферных воздействий. Заготовки сушатся в течение 60 мин, готовые спички выталкиваются из пластин макательной машины и поступают в фасовочный автомат, распределяющий их по спичечным коробкам. Затем оберточный автомат завертывает по три, шесть или десять коробок в бумагу, а упаковочный автомат заполняет ими отгрузочную тару. Современная спичечная машина (длиной 18 м и высотой 7.5 м) производит до 10 миллионов спичек за 8 часов.

«Терки» изготавливают, нанося специальную пасту другого состава (см. таблицу) на узкие бумажные ленты, которые после высушивания разрезают и наклеивают на боковые поверхности спичечных коробков.

Привычный нам коробок изобрел в 1889 г Джошуа Пьюси (1842 – 1906), однако патент на это изобретение был отдан американской компании *Diamond Match Company*, в которой был придуман точно такой же коробок, но с «теркой» снаружи (у Пьюси она располагалась внутри коробка).



Джошуа Пьюси



Современные спички



Спичечная фабрика. Лушительный станок – изготовление шпона



Изготовление спичечной соломки

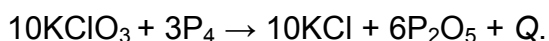


Изготовление спичечных коробков

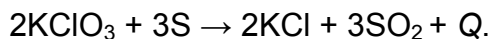


Автоматическая линия производства спичек chere.ru

При воспламенении спичечной головки в результате трения о боковую намазку происходит целый ряд взаимосвязанных физико-химических процессов. Доказано, что под действием теплоты, выделяющейся при трении, красный фосфор превращается в белый. Про образование белого фосфора свидетельствуют светящиеся полосы на намазке, которые можно наблюдать при зажигании спички в темноте. Белый фосфор мгновенно реагирует с бертолетовой солью:



При этом выделяется большое количество теплоты, которая инициирует экзотермические реакции:



В результате этих реакций температура внутри горячей спичечной головки возрастает до 1500°C , что приводит к воспламенению древесины. Температура образующегося при этом пламени достигает $750\text{--}850^\circ\text{C}$.



Таблица. Компоненты спичечных головок и смесей для зажигательных полосок

Вещество	Массовая доля, %	Назначение
ГОЛОВКА СПИЧКИ		
Бертоллегова соль KClO_3	46.5	Окислители (источники кислорода)
Дихромат калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	1.5	
Сера S	4.2	Восстановитель (горючее вещество)
Свинцовый сурик Pb_3O_4 или оксид железа (III) Fe_2O_3	15.3	Пигменты (красящие вещества)
Оксид цинка ZnO	3.8	Наполнитель (замедлитель процесса воспламенения)
Молотое стекло	17.2	Абразив (увеличивает силу трения головки о намазку)
Костный клей	11.5	Связующее
ЗАЖИГАТЕЛЬНАЯ ПОЛОСКА		
Красный фосфор P	30.8	Восстановители (горючие вещества)
Сульфид сурьмы (III) Sb_2S_3	41.8	
Свинцовый сурик Pb_3O_4 или оксид железа (III) Fe_2O_3	12.8	Пигменты (красящие вещества)
Мел CaCO_3	2.6	Наполнители (замедлители процесса воспламенения)
Оксид цинка ZnO	1.5	
Молотое стекло	3.8	Абразив (увеличивает силу трения головки о намазку)
Костный клей	6.7	Связующее





Сегодня спички стали неотъемлемой частью нашей культуры



В конце 60-х годов XIX века, когда безопасные спички еще не стали общедоступными, а «огниво Деберейнера» из-за дороговизны и опасности оказалось маловостребованным, были предприняты попытки создания других компактных средств добывания огня – хорошо знакомых нам сегодня зажигалок. Тогда они назывались по-другому – «зажигательные машины», поскольку, в отличие от спичек, позволяли получать огонь вращением двух колесиков. Древним прообразом первых зажигалок было кремневое огниво, поскольку огонь в них добывался по тому же принципу – высеканием искр из кремня, хотя конструкция была другой. В ее основе лежал «колесцовый замок» – распространенный в XV – XVII веках механизм огнестрельного оружия, в котором



Леонардо да Винчи
(автопортрет)

искра, необходимая для воспламенения порохового заряда, высекалась с помощью вращающегося колесика с насечкой. Это приспособление было изобретено Леонардо да Винчи (1452-1519), который в своем труде «*Codex Atlanticus*» привел схему устройства колесцового замка для пистолета, заводившегося ключом. Новшество заключалось в том, что на смену фитилям, требовавшим доступа стрелка к открытому огню, пришел курок с зажатым кусочком кремня, а под курком располагалось колесико с насечкой. Устройство работало посредством заводимой ключом пружины, которая после нажатия на спусковой крючок приводила в движение колесико и опускала на него курок с кремнем. В результате трения высекались искры, зажигающие пороховой заряд. Колесцовый замок превосходил по надежности существовавшие в то время фитильные замки и долгое время использовался в производстве огнестрельного оружия, в том числе и мушкетов.

В XVII веке изобретение да Винчи неожиданно получило новое, «мирное» применение. Предприимчивые мастера стали изготавливать из сломанного оружия устройства для получения огня: в дуло пистолета вместо пороха помещался деревянный трут, который поджигался искрой кремневого механизма. Это приспособление было похоже скорее на портативный факел, нежели на зажигалку. Как нетрудно догадаться, оно не отличалось ни удобством, ни надежностью: изрядно потрепанный в боях механизм для воспламенения пороха то и дело давал сбои, и трут

практически никогда не удавалось разжечь с первого раза. Несмотря на это «зажигательные пистолеты» (рис. 11) пользовались стабильным спросом. Вероятно, их устрашающий внешний вид был куда важнее прочих свойств. Такой зажигалкой можно было не только поджечь свечу, но и напугать недруга. Разнообразные пистолеты-зажигалки были популярны в тавернах, кабаках и постоялых дворах. А в частном быту вне конкуренции по-прежнему оставались привычные огниво и кремль.



Рис. 11. Зажигательные пистолеты (XVII-XIX век) ingenious.org.uk

Первая зажигалка с кремневым запалом, созданная в конце 60-х годов XIX века, представляла собой небольшую емкость с бензином, в которую был вставлен фитиль (рис. 12). Он поджигался с помощью искр, высекавшихся при трении закрепленных сверху рельефных металлических колесиков о кусочек кремня. Первый патент на производство бензиновых зажигалок, работавших по этому принципу, был получен в 1867 г.



Рис. 12. Одна из первых бензиновых зажигалок:
а – емкость с бензином; б – колесико;
в – кремень; г – фитиль

Первые зажигалки значительно уступали современным не только по размерам, но и по скорости добывания огня. Поскольку кремень – твердая порода, то для высекания достаточного количества искр из него приходилось изрядно потрудиться, вращая колесико. Кроме того, первые зажигалки приходилось часто заряжать бензином, который из них быстро испарялся или вытекал. Пламя первых зажигалок гасили задуванием.



Рис. 13. Кремни для зажигалок



Карл Ауэр фон Вельсбах

Ситуация несколько улучшилась, когда природный кремень заменили специальным сплавом, из поверхности которого легко высекаются множество искр. Его впервые приготовил в 1903 г австрийский химик и технолог Карл Ауэр фон Вельсбах (1858 – 1929). Сплав получил название «мишметалл» (от немецкого *mischen* – смешивать).



Рис. 14. Бензиновая зажигалка начала 30-х годов XX века



Рис. 15. Современная бензиновая зажигалка

Состав мишметалла приблизительно следующий: 45-50 % церий, 20-25 % лантан, 15-17 % неодим и 8-10 % других элементов, до 5 % железа и 0.1-0.3 % кремния.

Поскольку редкоземельные элементы слишком мягкие, чтобы получить большее количество искр, сплав необходимо сделать более твердым и хрупким. Это достигается двумя разными путями. В первом способе к мишметаллу добавляют оксиды железа и магния. Это увеличивает хрупкость материала, а, следовательно, и количество высекаемых искр.

При втором способе в сплав редкоземельных металлов добавляют железо, в результате образуется ферроцерий. В компактном виде он представляет собой темно-серое блестящее вещество, знакомое нам под названием «кремни для зажигалок» (рис. 13).

В зависимости от используемого сырья и технологии производства соотношение компонентов в «кремнях для зажигалок» может изменяться. Например, один из образцов по данным производителя имел следующий состав: церий – 66 %, лантан – 8 %, железо – 25 %, магний – 0.5 % и медь – 0.5 %.

Однако ферроцерий используют не только в зажигалках. Из него делают зажигательные бруски для разведения огня в полевых условиях. При трении об шероховатую поверхность такие бруски дают много горячих искр, которые легко поджигают трут, сухую траву или мох. Именно такими зажигательными брусками пользовался известный британский путешественник Беар Гриллс в популярном сериале о выживании в дикой природе («Выжить любой ценой / Ultimate Survival»).



Бер Гриллс во время съемок сериала «Выжить любой ценой / Ultimate Survival»





Брусок ферроцерия для разжигания огня в полевых условиях



bushcraftusa.com

До 20-х годов прошлого столетия зажигалки снабжались двумя колесиками, оси которых располагались вертикально, что было не совсем удобно. В 1923 г английские инженеры Фредерик Чарлз Уайс и Уилли Гринвуд сконструировали зажигалку с одним колесиком, ось которого теперь располагалась горизонтально. Это позволяло зажигать фитиль, вращая колесико вниз привычным нам движением большого пальца руки. В начале 30-х годов XX века механизм зажигания претерпел некоторые изменения. Его полностью закрыли откидывающейся крышкой, которую соединили с топливным бачком (рис. 14). С тех пор принцип действия бензиновых зажигалок практически не изменился, хотя поменялись конструкция и дизайн (рис. 15). В современных зажигалках внутри емкости для горючего содержится специальная асбестовая вата, пропитанная бензином. Фитили изготавливаются из такой же ваты.



Рис. 16. Газовые зажигалки: а – с кремневым запалом; б – с пьезоэлектрическим запалом; в – сенсорная с электрическим запалом; г – турбинная с пьезоэлектрическим запалом

В 1947 г во Франции появились первые газовые зажигалки. В них механизм зажигания оставался прежним, но в качестве горючего использовались сжиженные газы – пропан, бутан или их смеси. Современная газовая зажигалка с кремневым запалом изображена на рис. 16-а.

В начале 70-х годов XX века начался выпуск газовых пьезозажигалок, в которых использовался другой принцип поджигания газа, основанный на пьезоэффекте (от греч. $\pi\epsilon\acute{\iota}\zeta\omega$ – $\pi\acute{\iota}\epsilon\zeta\omega$ – давяю). Это явление, открытое братьями Жаком и Пьером Кюри в 1880 г, заключается в том, что при сдавливании монокристаллов некоторых веществ на их гранях возникают электрические заряды. Такой монокристалл заменял в конструкции зажигалки кремний. При нажатии на рычажок специальное устройство сжимает этот монокристалл и заодно открывает газовый клапан. Генерируемый электрический ток поступает на электроды, между которыми проскакивает искра,

поджигающая газ. Такие зажигалки широко распространены в настоящее время (рис. 16-б). Они удобны и долговечны.

Примерно в то же время появились газовые зажигалки с электрическим зажиганием, в которых источником искры являются батарейки. При нажатии на рычажок открывается газовый клапан и между электродами проскакивает искра, воспламеняющая газ. В конце 80-х годов появились их усовершенствованные модели – сенсорные (рис. 16-в). Для получения огня с помощью такой зажигалки нужно открыть крышку и дотронуться пальцем до сенсорной панели в специальном углублении на ее корпусе.

В 1986 г в Японии начался выпуск газовых турбозажигалок с пьезоэлектрическим запалом (рис. 16-г). От обычных газовых они отличаются только тем, что газ из камеры подается под высоким давлением через микроскопическое отверстие в специальную турбину. В верхней ее части он поступает в формирователь пламени, которое поэтому имеет четкую форму (рис. 17). Оно может быть окрашено в голубой, светло-желтый, зеленый или бордовый цвета в зависимости от вставки в камере сгорания газа. Температура в верхней зоне пламени достигает 1580 °С.



Рис. 17. Форма пламени турбозажигалки



Рис. 18. Одноразовая пластиковая зажигалка



Рис. 19. Внешний вид «метанольной» зажигалки

В некоторых моделях таких зажигалок над турбиной имеется спираль из тугоплавкого металла. Она накаляется под воздействием пламени и, благодаря тепловой инерции, не дает погаснуть ему даже при очень сильном ветре. Подача газа в турбозажигалках начинается только при нажатии рычажка зажигания.

Первые турбозажигалки были довольно громоздкими и применялись вначале дантистами при изготовлении зубных протезов. Потом ими начали пользоваться в домашних условиях в качестве паяльников. Новинку оценили также туристы и

путешественники, поскольку благодаря высокому давлению газа зажигалка не гаснет даже при штормовом ветре и горит под дождем и снегом.

Очень широко распространенные дешевые одноразовые зажигалки начали производиться в 1973 г во Франции. Их корпуса изготавливаются из разноцветного прозрачного пластика (рис. 18). Они просты в использовании и наиболее опасны из всех видов зажигалок. Так, например, они могут взрываться при резком ударе о твердую поверхность или при нагревании корпуса, например, солнечными лучами.

Способ зажигания газа искрой проще и не так дорог, как каталитический, основанный на использовании платинового катализа. Это явление, открытое и впервые примененное в 1823 г Доберайнером в его знаменитом «водородном огне», послужило впоследствии основой для разработки «метанольных зажигалок», выпускавшихся с 20-х по 50-е годы XX века. В этих устройствах, работавших без привычного кремня и вращающегося колесика, горючим веществом был летучий метанол. Его пары в смеси с воздухом самовоспламенялись в присутствии платины. Зажигалка представляла собой два соединенных металлических сосуда цилиндрической формы с крышками (рис. 19). В большем сосуде находился фитиль из асбестовой ваты, пропитанный метанолом. В крышке второго сосуда закреплялась медная рамка, на которую была натянута тончайшая платиновая проволока с несколькими шариками из прессованной платиновой черни (рис. 20, 21).

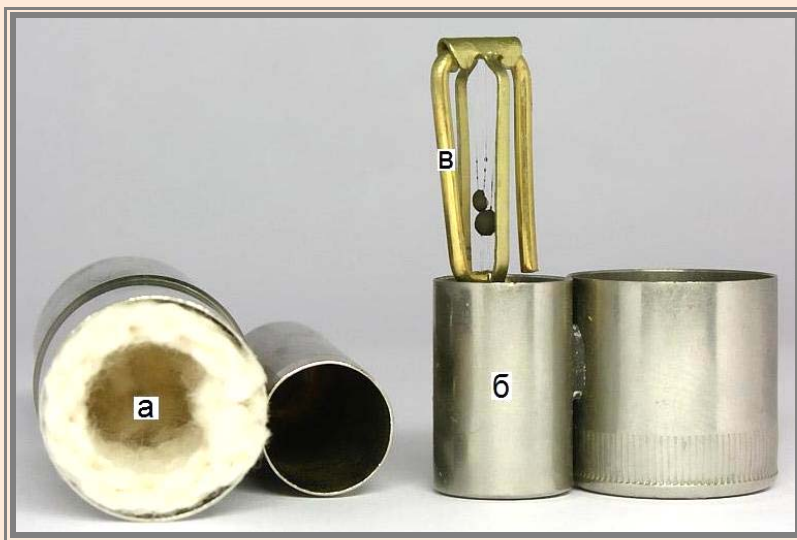


Рис. 20. Составные части «метанольной» зажигалки: а – сосуд большого объема с фитилем; б - крышка меньшего сосуда с медной рамкой (в)

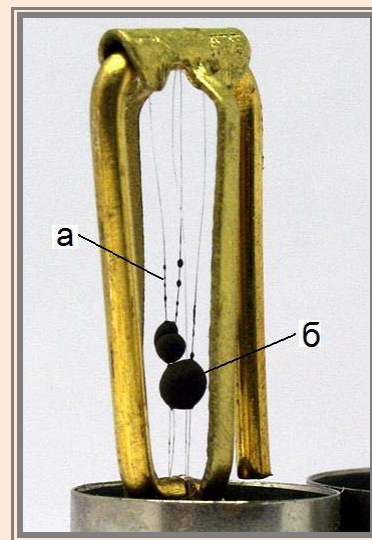


Рис. 21. Медная рамка с платиновой проволокой (а) и платиновыми шариками (б)



Рис. 22. «Метанольная» зажигалка в действии

Для получения огня достаточно было медленно погрузить эту рамочку с платиновыми шариками в сосуд с фитилем. В присутствии платины газообразный метанол начинал окисляться кислородом воздуха и самовоспламенялся (рис. 22). Пламя гасили, извлекая рамочку с платиной наружу и закрывая зажигалку.

Таким образом, благодаря изобретению спичек и зажигалок человечество обеспечило себя простыми и надежными источниками огня. Но как долго они будут оставаться таковыми и что придет им на смену? Естественно, по мере развития науки будут создаваться новые материалы, и разрабатываться новые технологии, в результате чего сегодняшние источники огня постепенно претерпят изменения. В каких конкретно направлениях будут модернизироваться спички и зажигалки, сказать пока трудно, хотя некоторые результаты этого процесса уже есть. Так, например, в некоторых европейских странах начато производство спичек, в головках которых вообще отсутствует опасная бертолетова соль. Кроме того, разрабатывается технология изготовления спичечных коробков не из древесины, а из специального пластика. Под действием света во влажном воздухе он постепенно разлагается, превращаясь в экологически безопасные вещества. Использование этого материала позволит сократить расход древесины и вырубку деревьев.

Недавно была создана зажигалка нового типа на аккумуляторах с управляемой катализаторной системой. Она снабжена электронным датчиком, который автоматически регулирует степень нагрева платиновой сетки, достаточную для самовоспламенения газа. При снятии колпачка с такой зажигалки автоматически открывается клапан, через который из баллончика под повышенным давлением выходит газ. Его смесь с воздухом поступает в зажигательную головку, где соприкасается с нагретой платиной и самовоспламеняется. При этом образуется устойчивое даже на сильном ветру пламя, температура которого достигает 1600 °С.

Благодаря использованию платинового катализатора такая зажигалка бесперебойно работает в экстремальных условиях – в разреженном воздухе на высоте 3000 м над уровнем моря и при температурах ниже 0 °С.

Возможно, что в будущем при разработке средств добывания огня будут использованы достижения в области новейших технологий. Однако на сегодняшний день данная проблема не актуальна и исследования в указанных направлениях не проводятся.

Таким образом, в обозримом будущем спички и зажигалки не станут музейными экспонатами, и еще долго будут служить людям.

Литература

1. W. A. Bone. The centenary of the friction match. *Nature*, 1927, 119 (2996), p. 495.
2. M. F. Crass. A history of the match industry. *J. Chem. Educ.*, 1941, 18 (7), p. 316.
3. R E. Threlfall. 100 Years of Phosphorus Making. Oldbury: Albright & Wilson, 1951.
4. J. Hansson. Some historical notes on black powder. *Proc. Pyroteknikdagen 1975*, Section Det. Combust., Stockholm 1976.
5. S. Johansson. On the history of fire tools and matches. *Proc. Pyroteknikdagen*, 1983, Section Det. Combust., Stockholm 1985.
6. Jaime Wisniak. Matches. The manufacture of fire. *Indian Journal of Chemical Technology*, 2005, Vol. 12, p. 369.

